

**ANALISIS KUAT TEKAN DAN TARIK BETON MUTU TINGGI  
DENGAN BAHAN TAMBAH *FLY ASH* PAITON, TANJUNG JATI DAN  
SERBUK ARANG *BRIKET* BATUBARA SERTA *DUST* SEBAGAI  
PENGANTI AGREGAT HALUS**

**Naskah Publikasi**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**Adhy Setyawan**  
**NIM : D100 090 024**

kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2014**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS KUAT TEKAN DAN TARIK BETON MUTU TINGGI  
DENGAN *ADDITIVE FLY ASH* PAITON, TANJUNG JATI DAN SERBUK  
ARANG *BRIKET* BATUBARA DENGAN *DUST* SEBAGAI PENGGANTI  
AGREGAT HALUS**

**Naskah Publikasi**


diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran  
Tuga Akhir di hadapan Dewan Penguji  
Pada Tanggal 15 Juli 2014

Diajukan oleh :

**Adhy Setyawan**  
**NIM : D100 090 024**

Susunan Dewan Pembimbing :

Pembimbing Utama

  
**Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.**  
**NIK : 732**

Pembimbing Pendamping

  
**Ir. H. Aliem Sudjatmiko, M.T.**  
**NIP : 131 683033**

# ANALYSIS OF A STRONG PUSH AND PULL HIGH QUALITY CONCRETE ADDITIVE WITH FLY ASH PAITON, TANJUNG JATI AND POWDER AND COAL DUST CHARCOAL BRIQUETTE LIEU OF FINE AGGREGATE

## ANALISIS KUAT TEKAN DAN TARIK BETON MUTU TINGGI DENGAN *ADDITIVE FLY ASH* PAITON, TANJUNG JATI DAN SERBUK ARANG *BRIKET* BATUBARA SERTA *DUST* SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS

Adhy Setyawan<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta,

e-mail: adhy.setyawan@yahoo.com

### ABSTRACT

Development is an effort made continuously aimed at improving standards of living and well-being in general. The use of high strength concrete and high-performance building materials that are already widely used in the implementation of a high-rise building structures. Good quality in the concrete mix with added material (admixture), aiming to change one or more properties of the building blocks of good concrete in fresh state and after hard, such as charcoal powder briquette material added or fly ash (fly ash). This study aims to determine the compressive strength and tensile strength concrete and high optimal effect after the addition of fly ash and coal briquette powder with the addition of 10% of variation, 12.5% and 15% and replacement of dust as sand replacement material on *fas* value 0, 45 when the concrete age of 28 days. Overview of analysis in this study are tensile and compressive strength of concrete cylinders with a diameter of 15 cm and height 30 cm. Concrete mix design method using the American Concrete Institute (ACI). After testing and research, the results obtained optimum compressive strength is the addition of fly ash Paiton variation of 12.5% at the concrete age of 28 days, amounting to 43.03 MPa, or an increase of 43.38% from the normal concrete. While the tensile strength is the addition of fly ash Paiton variation of 12.5% at the concrete age of 28 days, amounting to 2.88 MPa or an increase of 29.73% from the normal concrete. Broadly speaking, the use of fly ash and coal dust briquettes from research can improve the tensile and compressive strength of concrete.

Keyword : *pottery fragments, additive bestmittel, strength of the concrete.*

### ABSTRAK

Pembangunan merupakan upaya yang dilakukan secara terus-menerus yang diarahkan pada peningkatan taraf hidup masyarakat dan kesejahteraan secara umum. Pemakaian beton mutu tinggi dan berkinerja tinggi merupakan material bangunan yang sudah banyak digunakan dalam pelaksanaan struktur bangunan bertingkat tinggi. Kualitas yang baik pada campuran beton dengan bahan tambah (*admixture*), bertujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat bahan penyusun beton yang baik dalam keadaan segar maupun setelah keras, seperti bahan tambah serbuk arang *briket* ataupun abu terbang (*fly ash*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan tarik beton mutu tinggi yang optimal dan pengaruh setelah adanya penambahan *fly ash* dan serbuk *briket* dengan variasi penambahan 10%, 12,5% dan 15% dan penggantian *dust* sebagai bahan pengganti pasir pada nilai *fas* 0,45 saat umur beton 28 hari. Tinjauan analisis pada penelitian ini adalah kuat tekan dan tarik silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Metode perancangan campuran beton menggunakan metode *American Concrete Institute* (ACI). Setelah dilakukan pengujian dan penelitian, didapatkan hasil kuat tekan optimal adalah pada variasi penambahan *fly ash* Paiton 12,5% pada umur beton 28 hari, yaitu sebesar 43,03 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 43,38% dari beton normal. Sedangkan pada kuat tarik adalah pada variasi penambahan *fly ash* paiton 12,5% pada umur beton 28 hari, yaitu sebesar 2,88 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 29,73% dari beton normal. Secara garis besar penggunaan *fly ash* dan serbuk *briket* dari hasil penelitian dapat meningkatkan kuat tekan dan tarik beton.

Kata Kunci : *beton, dust, fly ash, kuat tarik, kuat tekan, serbuk arang briket batubara.*

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Pembangunan merupakan upaya yang dilakukan secara terus-menerus yang diarahkan pada peningkatan taraf hidup masyarakat dan kesejahteraan secara umum. Peningkatan kualitas campuran beton akan menghasilkan beton mutu tinggi. seperti bahan tambah serbuk arang *briket* batubara dan abu terbang (*fly ash*) serta bahan pengganti seperti serbuk batu *dust*.

Abu terbang atau *fly ash* adalah produk sampingan dari industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar sedangkan serbuk arang *briket* batubara adalah butiran halus hasil residu pembakaran batu bara atau serbuk batu bara yang lolos saringan No. 200. Kedua bahan tersebut berupa butiran halus ringan, bundar, tidak porous dan bersifat *pozzolan*, sehingga bisa menjadi *additive* mineral yang baik untuk beton

sedangkan serbuk batu (*dust*) merupakan hasil sampingan dari mesin pemecah batu (*stone crusher*) yang memiliki ukuran butir 0 - 5 mm.

Usaha penelitian dengan menggunakan bahan tambah serbuk *briket* batubara atau dengan *fly ash* serta penggantian agregat halus dengan *dust* sehingga diharapkan dapat menghasilkan kuat tekan beton yang lebih tinggi, yaitu beton dengan kekuatan lebih dari 41,4 MPa yang tercantum dalam (Departemen Pekerjaan Umum, 2000-SNI 03-6468).

## B. Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang dapat diambil suatu rumusan masalah untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton mutu tinggi adalah seberapa besar kuat tekan dan kuat tarik beton akibat penggantian serbuk *briket* batu bara dan *fly ash* Paiton dan *fly ash* Tanjung Jati sebagai bahan tambah dengan variasi masing-masing 10%, 12,5% dan 15% dari berat total semen dan penggantian *dust* sebagai pengganti agregat halus.

## C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

### 1. Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis kuat tekan serta kuat tarik beton mutu tinggi akibat pengaruh penambahan serbuk *briket* batu bara dan abu terbang (*fly ash*) terhadap berat semen dan penggantian serbuk batu (*dust*) sebagai bahan pengganti agregat halus pada umur beton 28 hari.

### 2. Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

- 1) Untuk mengembangkan pengetahuan tentang teknologi beton terutama tentang pemanfaatan serbuk *briket* batu bara dan abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan tambah dan penggantian serbuk batu (*dust*) sebagai bahan pengganti agregat halus.
- 2) Untuk menambah pengetahuan tentang sifat mekanik beton mutu tinggi dengan variasi bahan tambah serbuk *briket* batu bara dan abu terbang (*fly ash*) dan penggantian serbuk batu (*dust*) sebagai bahan pengganti agregat halus terutama pengaruhnya terhadap kuat tekan serta kuat tarik beton mutu tinggi tersebut.

## D. Batasan Masalah

Pada penelitian ini perlu dilakukan batasan masalah mengingat banyaknya permasalahan yang terdapat pada teknologi beton sehingga pembahasan menjadi tidak meluas dan memiliki batasan-batasan yang jelas. Adapun yang menjadi batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada beton mutu tinggi atau *High Strength Concrete* (HSC), dengan kuat tekan beton direncanakan ( $f'_c$ ) = 41,4 MPa
2. Metode perancangan campuran adukan beton menggunakan ACI (*American Concrete Institute*).
3. Tinjauan analisis : Kuat tekan dan kuat tarik beton
4. Ketentuan bahan pada penelitian ini antara lain :
  - a. Semen yang digunakan adalah *Portland Cement type I* dengan merk Gresik
  - b. Agregat kasar (Batu Pecah) berasal dari Kaliworo, Klaten.
  - c. Agregat halus (pasir) diganti dengan serbuk batu (*dust*) berasal dari PT. Pancadarma Puspawira.
  - d. Agregat halus untuk beton normal berasal dari klaten.
  - e. Abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan tambah berasal dari PLTU Paiton (Probolinggo) dan PLTU Tanjung Jati (Jepara).
  - f. Serbuk *briket* batu bara sebagai bahan tambah berasal dari Eks Dapur Kopasus Kandang Menjangan.
  - g. Serbuk *briket* yang digunakan lolos saringan No. 200.
  - h. Variasi *fly ash* Paiton dan *fly ash* Tanjung Jati dan serbuk *briket* batubara yang dipakai adalah masing-masing 10%, 12,5% dan 15% dari berat semen.
5. Penelitian ini menggunakan benda uji berupa silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi (h) 30 cm.
6. Menggunakan Faktor air semen (fas) yaitu 0,45.
7. Jumlah benda uji :
  - a. Pada beton normal dibuat 6 benda uji. 3 benda uji untuk kuat tekan dan 3 benda uji untuk kuat tarik belah beton.

- b. Pada tiap penambahan abu terbang (*fly ash*) Paiton, Tanjung Jati dan serbuk *briket* batubara eks dapur Kopasus Kandang Menjangan dibuat 3 benda uji kuat tekan dan 3 benda uji kuat tarik belah yang masing-masing memiliki persentase 10%, 12,5% dan 15% dari berat semen.
  - c. Jumlah total benda uji silinder beton adalah 60 buah.
8. Pengujian dilakukan pada umur beton mencapai 28 hari.
  9. Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

## LANDASAN TEORI

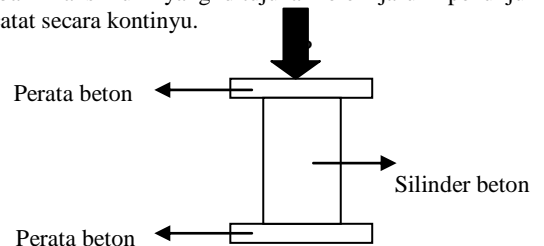
Bahan-bahan dasar penyusun beton merupakan faktor yang sangat menunjang terhadap kualitas beton. Pada perencanaan campuran, jenis, mutu dan jumlah bahan susunan beton harus dihitung dalam proporsi atau perbandingan tertentu agar dapat menghasilkan kualitas beton yang diinginkan.

Bahan penyusun beton terdiri dari semen, air, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambah bila diperlukan yang dicampur dengan perbandingan tertentu.

Telah diketahui bersama bahwa sifat beton pada umumnya lebih baik jika kuat tekannya lebih tinggi. Kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh faktor air, semen, umur beton, jenis semen, jumlah semen, sifat agregat dan umur beton (Tjokrodinuljo, 1996). Pada penelitian ini, untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras, dilakukan pengujian kuat tekan beton. Prosedur pengujian kuat tekan mengacu pada *Standart Test method for Compressive of Cylindrical Concrete*.

Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Benda uji ditimbang dan dicatat beratnya.
2. Benda uji diletakan pada mesin penekan dan posisinya diatur sedemikian rupa agar tepat pada tengah plat penekan.
3. Pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan secara kontinyu sengan mesin *hidrolik* sampai benda uji mengalami retak atau hancur (jarum petunjuk yang naik kemudian berhenti dan bergerak turun).
4. Beban maksimum yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk dicatat secara kontinyu.



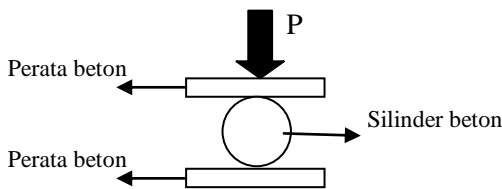
Gambar 1. Skema pengujian kuat tekan beton  
Berdasarkan Departemen Pekerjaan Umum (1990), besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dengan :  $f'_c$  = Kuat tekan beton (kg/cm<sup>2</sup>)  
P = Beban tekan maksimum (kg)  
A = Luas permukaan benda uji (cm<sup>2</sup>)

Nilai hasil uji kuat tarik ini dapat digunakan sebagai acuan untuk mengestimasi beban retak beton atau momen retak ( $M_{retak}$ ) yang biasanya digunakan dalam perencanaan beton prategang. Disamping itu, retak beton sangat berpengaruh pada perawatan beton, karena retak dapat mengakibatkan kontak baja dengan tulangan atau kabel *prestressed* dengan udara atau lingkungan luar, sehingga terjadi korosi. Nilai kuat tarik beton juga sangat berguna untuk bangunan *dam* atau bendungan beton dan perkerasan kaku yang dikategorikan sebagai bangunan beton tanpa tulangan, Karena proporsi tulangan sangat kecil bila dibandingkan dengan material betonnya. Uji kuat tarik beton diperoleh dari uji sampel berbentuk silinder yang diuji belah (*splitting test*).

Pengujian tersebut menggunakan benda uji silinder beton berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm, diletakkan pada arah memanjang diatas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder.



Gambar 2. Skema pengujian kuat tarik belah beton

Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut sebagai tegangan tarik belah, diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut (Murdock dkk, 1986) :

$$f'_t = \frac{2 \times P}{\pi \times D \times L} \quad (2)$$

dengan :  $f'_t$  = Tegangan tarik belah (kg/cm<sup>2</sup>)  
P = Beban maksimum (kg)  
L = Panjang benda uji (cm)  
D = Diameter benda uji (cm)

## METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara eksperimental, dimana penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Obyek dalam penelitian ini adalah beton mutu tinggi yang menggunakan bahan tambah abu terbang (*fly ash*) dan serbuk *briket* batu bara dengan nilai fas 0,45 serta penggantian agregat halus dengan serbuk batu (*dust*). Pengujian kuat tekan dan tarik belah dilakukan pada umur 28 hari. Agar pelaksanaan penelitian dan tujuan berjalan dengan sistematis dan lancar, maka harus digunakan suatu metode penelitian. Metode penelitian yang digunakan harus disesuaikan dengan prosedur, alat serta jenis penelitian.

### A. Bahan dan Peralatan Penelitian

#### 1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Semen yang digunakan adalah semen *Portland* jenis I dengan merk Gresik.
- Agregat halus diganti dengan *dust* (serbuk batu) yang berasal dari PT. Pancadarma Puspawira
- Agregat Kasar berupa kerikil yang berasal dari Kaliworo, Klaten.
- Air yang digunakan diambil dari Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Fly ash sebagai bahan tambah berasal dari PLTU Paiton dan PLTU Tanjung Jati
- Serbuk briket batubara berasal dari eks dapur kopassus kandang menjangan

#### 2. Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

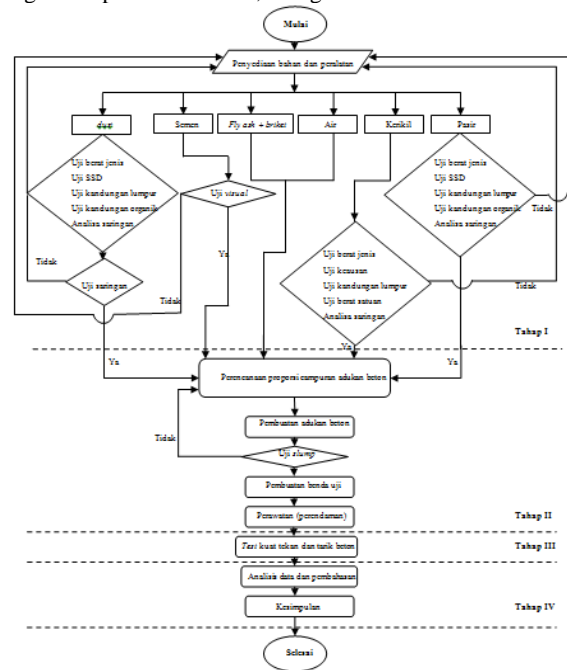
- Alat pemeriksaan kualitas bahan-bahan penelitian.
- Alat pembuatan campuran adukan beton.
- Alat pembuatan sampel silinder kuat tekan beton.
- Alat pengujian kuat tekan beton.

Penelitian ini dilaksanakan dalam empat tahap, seperti yang dijelaskan sebagai berikut :

- Tahap I : Penyediaan bahan-bahan dan peralatan penelitian, serta pemeriksaan kualitas bahan-bahan penelitian.
- Tahap II : Perencanaan campuran adukan beton dengan Metode *American Concrete Institute* (ACI), pembuatan benda uji silinder beton dan perawatan beton.
- Tahap III : Pengujian kuat tekan silinder beton pada umur 14 hari.

4) Tahap IV : Analisis data, pembahasan dan kesimpulan.

Tahap-tahap penelitian tersebut dapat dijabarkan dalam bagan alir pada Gambar 3., sebagai berikut :



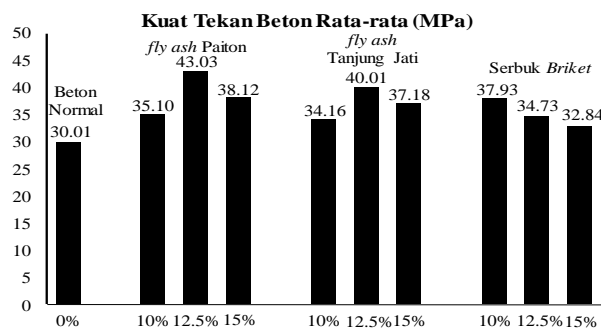
Gambar.3. Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

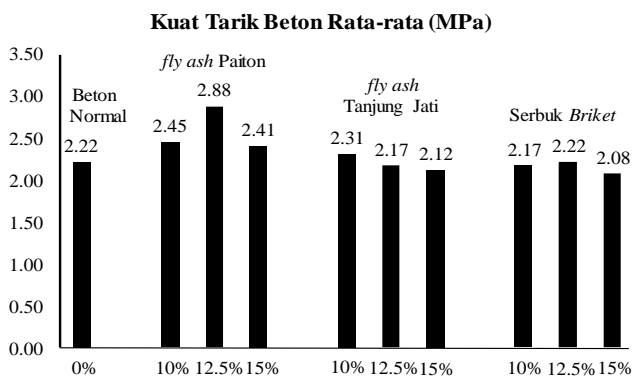
Hasil penelitian ini yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta merupakan pencarian data yang mengacu pada awal rumusan masalah, yaitu untuk mengetahui variasi optimal kuat tekan dan tarik belah beton mutu tinggi pada umur 28 hari pada fas 0,45 serta bagaimana pengaruh serbuk batu (*dust*) sebagai pengganti agregat halus yang ditambah dengan abu terbang (*fly ash*) dan serbuk *briket* batubara, maka untuk mendapatkan data-data tersebut dilakukan serangkaian pemeriksaan terhadap bahan-bahan dasar pembuat beton sampai pada pengujian beton dengan komposisi atau beberapa variasi yang telah direncanakan.

- Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir), meliputi :  
Pemeriksaan Kandungan Lumpur pada Pasir, Pemeriksaan Kandungan Organik pada Pasir, Pemeriksaan *Saturated Surface Dry (SSD)* pada Pasir, Pemeriksaan Berat Jenis Pasir, Pemeriksaan Gradasi Pasir.
- Pemeriksaan Agregat Kasar (Kerikil), meliputi :  
Pemeriksaan Keausan Agregat, Pemeriksaan Berat Satuan Kerikil, Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil, Pemeriksaan Gradasi Kerikil.
- Pengujian Adukan Beton, meliputi :  
Pengujian *Slump*, Pengujian Berat Jenis Beton, Pengujian Kuat Tekan dan Tarik Beton  
Pengujian kuat tekan dan tarik beton dengan cara memberikan beban maksimal terhadap benda uji dengan menggunakan mesin (Compression Testing Machine) merk MBT dengan kapasitas 1000 KN. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 4 berikut:

Hubungan antara kuat tekan dan tarik beton dengan % variasi *fly ash* dan serbuk *briket* batubara dengan dust sebagai pengganti agregat halus pada fas 0,45 dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar 4. Hubungan Kuat Tekan Beton Normal dengan Kuat Tekan Beton yang menggunakan Bahan Tambah pada Umur 28 Hari.



Gambar 4. Hubungan Kuat Tarik Beton Normal dengan Kuat Tarik Beton yang menggunakan bahan tambah pada Umur 28 Hari.

## KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat Tekan maksimal beton terdapat pada variasi penambahan *fly ash* Paiton dengan variasi 12,5% yaitu sebesar 43,03 MPa.
2. Kuat Tarik belah maksimal terjadi pada variasi penambahan *fly ash* Paiton dengan variasi penambahan 12,5% yaitu sebesar 2,88 MPa.
3. Ditinjau dari beton normal pada variasi 0%, kuat tekan pada variasi penambahan *fly ash* Paiton 12,5% dan penggantian serbuk batu (*dust*) pada umur 28 hari mengalami kenaikan 43,38%.
4. Sedangkan pada kuat tarik beton ditinjau dari beton normal variasi 0%, kuat tarik dengan variasi penambahan *fly ash* Paiton 12,5% dan penggantian agregat halus dengan *dust* pada umur 28 hari mengalami kenaikan 29,73%.
5. Untuk penelitian yang saya lakukan direkomendasikan menggunakan bahan tambah *fly ash* yang berasal dari Paiton karena memenuhi kriteria beton mutu tinggi

### B. Saran

Hal-hal yang perlu disarankan dari penelitian ini dan untuk penelitian selanjutnya dengan adanya penambahan *fly ash* dan serbuk *briket* serta penggantian agregat halus dengan *dust* antara lain :

1. Perlu adanya penambahan bahan kimia agar mempermudah *workability*.
2. Perhitungan dan pencampuran bahan penyusun beton haruslah teliti untuk mencapai hasil yang optimal.
3. Penggunaan bahan dasar beton yang baik

4. Permukaan bahan uji haruslah dibuat serata mungkin, sehingga pada saat pengujian tidak mempengaruhi hasil uji.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amrulloh, I. F., 2012. *Analisis Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah Serbuk Halus Gelas dan Serbuk Halus Briket*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anonim, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI – 1982)*, Penerbit Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Asroni, A., 2010. *Balok dan Plat Beton Bertulang*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Damayanti, I., 2002. *Pengaruh Penambahan Mikrosilika dan Fly ash Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Dinas Pekerjaan Umum, 2000. *Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi dengan semen Portland dan Abu terbang*, Dinas Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Haryanto, H. T., 2012. *Analisis Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton dengan Bahan Tambah Serbuk Arang Briket dan Bestmittel*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nawy, E. G., 2000. *Reinforce Concrete a Fundamental Approach*, Fourt edition, Departement of Civil and Environmental Engineering, Rutgers University, The State of Ney Jersey, Ney Jersey.
- Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.